

NOV 06 2003  
PATENT & TRADEMARK OFFICE

PATENT

I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING  
DEPOSITED WITH THE U.S. POSTAL SERVICE AS FIRST  
CLASS MAIL IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO:  
COMMISSIONER FOR PATENTS, P.O. Box 1450 Alexandria,  
VA 22313-1450, ON

November 4, 2003  
Lisa D. Ringle 11/4/03  
SIGNATURE DATE

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant : Peter Leo Straub  
Serial No. : 09/913,917  
Filing Date : January 16, 2002  
For : PRINTED CIRCUIT BOARD FOR  
ELECTRICAL AND OPTICAL  
SIGNALS AND METHOD FOR  
PRODUCING THE SAME  
Group Art Unit : 2874  
Examiner : SUNG H PAK  
Attorney Docket No. : HU-5890  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**COVER LETTER FOR FILING OF CERTIFIED COPY OF FOREIGN PRIORITY  
DOCUMENT AND ENGLISH TRANSLATION**

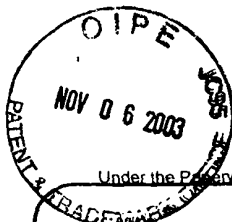
Sir:

Attached to this letter is a certified copy of the  
foreign priority document and English translation signed by  
the translator to be placed into the application file.

Respectfully submitted,

Thomas L. Tarolli  
Thomas L. Tarolli  
Reg. No. 20,177

TAROLLI, SUNDHEIM, COVELL,  
& TUMMINO L.L.P.  
526 Superior Avenue, Suite 1111  
Cleveland, Ohio 44114-1400  
Phone: (216) 621-2234  
Fax: (216) 621-4072  
Customer No.: 26,294



2874

PTO/SB/21 (08-03)  
Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031  
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

<b>TRANSMITTAL FORM</b>  (to be used for all correspondence after initial filing)	Application Number	09/913,917
	Filing Date	16 January 2002
	First Named Inventor	Peter Leo Straub
	Art Unit	2874
	Examiner Name	Sung H Pak
Total Number of Pages in This Submission	Attorney Docket Number	HU-5890

ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance communication to Group
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application	Remarks	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		
<b>SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT</b>		
Firm or Individual name	Thomas L. Tarolli, Registration No. 20,177	
Signature		
Date	November 4, 2003	

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING		
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.		
Typed or printed name	Lisa L. Pringle	
Signature		Date 11/4/03

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA**

**Bescheinigung**

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

**Attestation**

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

**Attestazione**

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern,     - 9. OKT. 2003

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

Heinz Jenni

de la Proprietate Intelectuală

Facultate de Drept

**Patentgesuch Nr. 1999 0335/99**

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Leiterplatte für elektrische und optische Signale sowie Verfahren zu deren Herstellung.

Patentbewerber:

PPC Electronic AG  
Riedstrasse 2  
6330 Cham

Vertreter:

Hug Interlizenz AG  
Nordstrasse 31 Postfach 127  
8035 Zürich

Anmeldedatum: 23.02.1999

Voraussichtliche Klassen: H05K

## BESCHREIBUNG

### LEITERPLATTE FÜR ELEKTRISCHE UND OPTISCHE SIGNALE SOWIE VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG

#### TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Leiterplattentechnik. Sie betrifft eine Leiterplatte mit wenigstens einer elektrischen Leitungsebene zur Weiterleitung von elektrischen Signalen und/oder Strömen sowie wenigstens einer optischen Leitungsebene zur Weiterleitung von optischen Signalen, welche Leitungsebenen innerhalb der Leiterplatte in einem Stapel übereinander angeordnet und miteinander verbunden sind.

Eine solche Leiterplatte ist z.B. aus der Druckschrift US-A-5,408,568 bekannt.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Leiterplatte.

## STAND DER TECHNIK

Das Bedürfnis nach immer höheren Taktraten und schnelleren Signalübertragungen ist durch Kupferleitungen langfristig nicht mehr in ausreichender Qualität zu erfüllen. Durch optische Übertragungswege (Lichtwellenleiter) ist es möglich, innerhalb von Montagerückwänden ("backplanes") und auch auf Systemboards Signale mit höchster Übertragungsrate zu übertragen. Eine hohe Störsicherheit gegenüber elektromagnetischer Störstrahlung ist dabei ein sehr angenehmer Nebeneffekt, der besonders auf der elektrischen Backplane von besonderer Bedeutung ist. Eine solche Backplane ist beispielsweise verantwortlich für den Datenaustausch zwischen den einzelnen Prozessorkarten eines Multi-Prozessor-Hochleistungsrechners.

Es sind nun bereits verschiedentlich Vorschläge gemacht worden, um optische Datenübertragungswege in mehrlagige Leiterplatten zu integrieren. In der US-A-5,230,030 wird ein optisches Interface zur Ankopplung an eine elektronische Schaltung in Form von Multichip-Modulen beschrieben. Die einzelnen ICs sind auf einer mehrlagigen Leiterplatte montiert, die als Stapel aus alternierend angeordneten elektrisch leitenden und isolierenden Schichten besteht. In den isolierenden Schichten, die aus einem optisch durchsichtigen Material mit niedrigem Brechungsindex bestehen, werden Kanäle ausgehoben, die anschliessend mit einem anderen durchsichtigen Kunststoff mit höherem Brechungsindex aufgefüllt werden. Die Auffüllungen bilden dann optische Leiter, die einerseits in Verbindung mit den ICs stehen und andererseits an den Rand des Stapels geführt werden, um dort durch einen entsprechenden Stecker von aussen anschliessbar zu sein. Diese Art der Integration von optischen Leitern in eine Leiterplatte ist nicht nur aufwendig, weil die Leiterplatte sukzessive Schicht für Schicht aufgebaut und strukturiert werden muss. Die auf diese Weise erzeugte Qualität der optischen Leiter lässt auch zu wünschen übrig, weil beim Auffüllen der Kanäle mit dem optisch wirkenden Material eine gleichmässige und homogene Leiterstruktur nur schwer zu erreichen ist.



Ein anderer Vorschlag, der in der eingangs genannten Druckschrift US-A-5,408,568 offenbart ist, integriert eine ganzflächige optische Schicht als Zwischenlage in eine mehrlagige Leiterplatte. Die optische Schicht wird an einer Seite durch eine stumpf aufgesetzte Lichtleitfaser nach aussen hin angekoppelt. Der Anschluss der auf der Oberseite der Leiterplatte platzierten Chips geschieht durch Bohrungen unterhalb der Chips, die bis zur optischen Schicht hinunterreichen. Die optische Schicht wirkt als einheitlicher optischer Datenbus, über den alle Chips untereinander oder mit der Aussenwelt Daten austauschen können. Ueber Dicke und Material dieser optischen Schicht werden in der Druckschrift keine Angaben gemacht. In der Fig. 1 der Schrift ist die optische Schicht mit derselben Dicke dargestellt wie die gedruckten Schaltungsplatten, zwischen denen sie angeordnet ist. Diese Art des Aufbaus dürfte daher für Leiterplatten mit mehreren optischen Ebenen und definierten optischen Verbindungen zwischen ausgewählten Chips nicht geeignet sein.

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Leiterplatte für elektrische und optische Signale zu schaffen, die sich durch eine hohe Qualität der optischen Verbindungen, durch einen flexibel anpassbaren und leicht zu variierenden Aufbau sowie durch eine einfache Integration in bekannte Herstellungsverfahren für mehrlagige Leiterplatten auszeichnet.

Die Aufgabe wird bei einer Leiterplatte der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die optische Leitungsebene als leitendes Element wenigstens eine Dünnglasschicht umfasst. Unter Dünnglasschicht wird dabei eine plattenartige Glasschicht geringer Dicke (ungefähr 1 mm Dicke und weniger) aber zugleich hoher optischer Qualität (Planität der Flächen) verstanden, wie sie z.B. für LCD-Displays, Solarzellen oder als Abdeckung für CCD-Schaltungen eingesetzt wird. Durch den Einsatz derartiger Dünnglasschichten ist es möglich, innerhalb der



Leiterplatte eine oder mehrere platzsparende optische Leitungsebene(n) hoher Uebertragungsqualität vorzusehen, die zudem bei Bedarf auf einfache Weise strukturiert werden können, um eine lokalisierte optische Verbindung innerhalb der Leiterplatte zu realisieren.

Eine erste bevorzugte Ausführungsform der Leiterplatte nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die optische Leitungsebene jeweils durch ein optisches Sandwich gebildet wird, welches neben der wenigstens einen Dünnglasschicht wenigstens eine Trägerplatte umfasst, die mit der wenigstens einen Dünnglasschicht flächig verbunden ist. Durch die Kombination der Dünnglasschicht mit einer Trägerplatte ist es möglich, das entstehende optische Sandwich separat von der Herstellung der eigentlichen Leiterplatte vorzufertigen und flexibel den jeweiligen Bedürfnissen der Schaltung anzupassen (z.B. zu strukturieren). Das vorgefertigte optische Sandwich kann dann ohne wesentliche Änderungen der Prozessführung als zusätzliche Leitungsebene bzw. -lage in einen herkömmlichen Herstellungsprozess für eine mehrlagige Leiterplatte eingeführt werden.

Es ist dabei möglich, dass das optische Sandwich wenigstens zwei Trägerplatten umfasst, zwischen denen die wenigstens eine Dünnglasschicht angeordnet ist. Die Dünnglasschicht ist dann für die weitere Verarbeitung vollständig geschützt. Es ist aber auch ebenso gut möglich, dass das optische Sandwich wenigstens zwei Dünnglasschichten umfasst, welche mit der wenigstens einen Trägerplatte flächig verbunden sind, wobei entweder die wenigstens zwei Dünnglasschichten auf einer Seite der wenigstens einen Trägerplatte angeordnet und miteinander flächig verbunden sind, oder die wenigstens zwei Dünnglasschichten auf gegenüberliegenden Seiten der wenigstens einen Trägerplatte angeordnet sind. Auf diese Weise lassen sich pro optischem Sandwich zwei unterschiedliche, separat auslegbare optische Leitungsebenen in die Leiterplatte integrieren. Selbstverständlich kann die Anzahl der Trägerplatten und Dünnglasschichten pro optischem Sandwich im Rahmen der Erfindung auch weiter erhöht werden, wodurch sich die Herstellung allerdings verkompliziert.

Ein zweite bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Leiterplatte ist dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerplatten aus einem elektrisch isolierenden Material, welches als Basismaterial für die Herstellung elektrischer Leiterplatten Verwendung findet, vorzugsweise aus einem aramidverstärkten Harz, bestehen. Dadurch wird gewährleistet, dass sich die optischen Sandwiches besonders gut in den herkömmlichen Herstellungsprozess für mehrlagige Leiterplatten einfügen lassen.

Die Dünnglasschichten weisen vorzugsweise eine Dicke kleiner gleich 1,1 mm auf und bestehen aus einem Borosilikatglas. Ein solches Dünnglas, das beispielsweise unter den Typenbezeichnungen AF 45 und D 263 von der deutschen Firma DESAG für Anwendungen in LCD-Displays oder Solarzellen angeboten wird, und in Dicken zwischen 30  $\mu\text{m}$  und 1,1 mm erhältlich ist, ist als optische Leitungsschicht wegen der hohen optischen Qualität besonders geeignet.

Grundsätzlich kann die Dünnglasschicht unstrukturiert sein und bildet dann einen einzigen, einfach zusammenhängenden, durchgehenden optischen Leiter. Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Leiterplatte nach der Erfindung zeichnet sich jedoch dadurch aus, dass zumindest einzelne der Dünnglasschichten derart strukturiert sind, dass innerhalb der Schicht einzelne, durch Zwischenräume voneinander getrennte optische Leiter entstehen. Auf diese Weise können in einer Ebene ein Vielzahl von untereinander unabhängigen optischen Leitern erzeugt werden, die ohne gegenseitige Störung verschiedenen Uebertragungsaufgaben übernehmen können.

Die optischen Eigenschaften der einzelnen optischen Leiter können dann dadurch optimiert werden, dass entweder die freiliegenden Oberflächen der einzelnen optischen Leiter mit einer Reflexionsschicht bedeckt sind, oder die Zwischenräume zwischen den optischen Leitern mit einem Füllmaterial aufgefüllt sind, das insbesondere einen Brechungsindex hat, der kleiner ist als der Brechungsindex des Glases der Dünnglasschicht.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Leiterplatte ist dadurch gekennzeichnet, dass zur optischen Ankopplung von auf der Ober- und/oder Unterseite der Leiterplatte angeordneten optisch aktiven Elementen Koppelöffnungen vorgesehen sind, durch welche die in einer optischen Leitungsebene liegende(n) verdeckte(n) Dünnglasschicht bzw. optischen Leiter von aussen zugänglich sind.

Das erfindungsgemässe Verfahren zur Herstellung einer Leiterplatte ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Schritt wenigstens eine Dünnglasschicht mit wenigstens einer Trägerplatte ganzflächig zu einem optischen Sandwich verbunden wird, und dass in einem zweiten Schritt das optische Sandwich als optische Leitungsebene mit einer oder mehreren elektrischen Leitungsebene(n) in einer Stapelanordnung zu der Leiterplatte verbunden wird, wobei die Dünnglasschicht und die Trägerplatte vorzugsweise durch Verpressen bzw. Verkleben miteinander verbunden werden.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

#### KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1A-D      in perspektivischer, teilweise geschnittener Darstellung verschiedenen Stufen bei der Herstellung eines "optischen Sandwich" mit strukturierter Dünnglasschicht gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 2          ein zu Fig. 1D alternatives Ausführungsbeispiel mit einer Dünnglasschicht zwischen zwei Trägerplatten;

- Fig. 3 ein zu Fig. 1D alternatives Ausführungsbeispiel mit zwei übereinander angeordneten Dünnglasschichten auf einer Seite der Trägerplatte;
- Fig. 4 ein zu Fig. 1D alternatives Ausführungsbeispiel mit zwei Dünnglasschichten auf den gegenüberliegenden Seiten der Trägerplatte;
- Fig. 5 in einer vergrösserten Schnittdarstellung das optische Sandwich nach Fig. 1D mit den durch ein optisch angepasstes Füllmaterial ausgefüllten Zwischenräumen der strukturierten Dünnglasschicht;
- Fig. 6 ein zu Fig. 5 alternatives Ausführungsbeispiel mit einer Abdeckung der strukturierten Dünnglasschicht durch eine Reflexionsschicht; und
- Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel einer Leiterplatte nach der Erfindung mit drei optischen Leitungsebenen (Sandwiches) gemäss Fig. 2, die durch zwei dazwischenliegende elektrische Leitungsebenen voneinander getrennt sind.

## WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Bei der Herstellung einer Leiterplatte nach der Erfindung werden zunächst einzelne sogenannte "optische Sandwiches" hergestellt, welche in der späteren Leiterplatte die optische Leitungsebene bilden. Die Herstellung der optischen Sandwiches läuft in mehreren Schritten ab, die beispielhaft in den Fig. 1A bis 1D wiedergegeben sind. Ausgegangen wird von einer Trägerplatte 10 (Fig. 1A), die auf der Ober- und Unterseite plane Flächen aufweist und aus einem elektrisch isolierenden Material besteht, wie es bei der Herstellung elektrischer Leiterplatten verwendet wird. Damit ist sichergestellt, dass das fertige optische Sandwich von sei-

nen Materialeigenschaften her gut in vorhanden Leiterplattenprozesse integrierbar ist. Verwendet wird als Material vorzugsweise ein aramidverstärktes Harz. Derartige Trägerplatten sind z.B. unter der Typbezeichnung Duramid-P-Cu 115 ML von der deutschen Firma Isola erhältlich. Es ist aber auch jedes andere Isolationsmaterial mit isotropen Eigenschaften und glasähnlichen Ausdehnungskoeffizienten verwendbar. Die Dicke der Trägerplatte 10 ist dabei so gewählt, dass die Trägerplatte 10 dem optischen Sandwich einerseits eine ausreichende mechanische Stabilität verleiht, dass sie aber andererseits bei der späteren Integration in die Leiterplatte nicht unnötig viel Höhe beansprucht.

Die Trägerplatte 10 wird nun gemäss Fig. 1B flächig mit einer Dünnglasschicht 11 mittels Verpressen bzw. Verkleben verbunden. Die Dünnglasschicht 11 besteht vorzugsweise aus einem Borosilikatglas und hat eine Dicke von kleiner gleich 1,1 mm (30  $\mu$ m bis 1,1 mm). Dünngläser dieser Art sind beispielsweise unter der Typenbezeichnung AF 45 und D 263 von der deutschen Firma DESAG erhältlich. Das Dünnglas AF 45 ist ein modifiziertes Borosilikatglas mit einem hohen Gehalt an BaO und Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und zeichnet sich unter anderem durch einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten und eine hohe Lichtdurchlässigkeit aus. Durch die engen Toleranzen und die feuerpolierten Oberflächen ist es besonders geeignet für flächige optische Anwendungen wie z.B. LCD-Displays, Abdeckungen von CCD-Elementen, Solarzellen oder dgl.. Das Dünnglas D 263 ist ein Borosilikatglas mit entsprechenden optischen Eigenschaften. Beide Dünngläser sind mit einer Dicke im Bereich zwischen 30  $\mu$ m bis 1,1 mm erhältlich.

Wenn in der späteren Leiterplatte die optische Leitungsebene nur als gemeinsamer Datenbus vorgesehen ist, kann ein optisches Sandwich gemäss Fig. 1B mit unstrukturierter Dünnglasschicht direkt in die Leiterplatte integriert werden (siehe Fig. 7). Werden dagegen in der Leiterplatte einzelne optische Leitungsverbindungen zwischen verschiedenen Punkten der Platte benötigt, wird die Dünnglasschicht nach dem Aufbau des optischen Sandwiches gemäss Fig. 1C strukturiert, indem die Dünnglasschicht in bestimmten Bereichen vollständig abgetragen wird, um Zwischenräume 12 zwischen einzelnen optischen Leitern 13 zu bilden. Die



einzelnen optischen Leiter 13 können dabei (wie in Fig. 1C dargestellt) unterschiedliche Breiten aufweisen. Sie können untereinander parallel verlaufen und gleich oder unterschiedliche Längen aufweisen; sie können aber auch gebogen oder anderweitig geformt sein, soweit es mit ihrer Funktion als optische Leiter vereinbar ist. Das Ausheben der Zwischenräume 12 kann durch unterschiedliche Techniken erfolgen. Denkbar ist ein mechanisches Ausheben mittels Schleifen oder Fräsen. Denkbar ist aber auch ein Abtragen mittels Laser oder durch chemische Verfahren.

Nachdem die Dünnglasschicht 11 strukturiert ist, werden zur Fertigstellung des optischen Sandwiches 15 die entstandenen Zwischenräume 13 mit einem Füllmaterial 14 aufgefüllt (Fig. 1D bzw. Fig. 5). Das Auffüllen hat einerseits den Vorteil, dass auf der Oberseite der Dünnglasschicht 11 eine mechanisch stabile ebene Oberfläche entsteht. Andererseits sorgt das Füllmaterial 14 - wenn es einen Brechungsindex aufweist, der kleiner ist als der Brechungsindex des Glases der Dünnglasschicht 11 - für eine Totalreflexion in den optischen Leitern 13 und damit für gute optische Leitungseigenschaften. Dieselben guten optischen Eigenschaften lassen sich aber auch erreichen, wenn - wie in Fig. 6 gezeigt - beim optischen Sandwich 15.4 die freien Oberflächen der strukturierten Dünnglasschicht 11 bzw. der optischen Leiter 13 mit einer vorzugsweise metallischen Reflexionsschicht 29 durch Aufdampfen, oder galvanische oder chemische Abscheidung beschichtet werden. Auch in diesem Fall können die verbleibenden Zwischenräume aus mechanischen Gründen nachträglich wieder mit einem Füllmaterial aufgefüllt werden.

Anstelle des aus zwei Schichten 10 und 11 bestehenden optischen Sandwiches 15 aus Fig. 1D können auch optische Sandwiches verwendet werden, die mehr als zwei Schichten umfassen. Beim optischen Sandwich 15.1 aus Fig. 2 ist die Dünnglasschicht 11 beidseitig mit Trägerplatten 10 und 16 verbunden. Hierdurch wird die mechanische Stabilität weiter erhöht. Gleichzeitig weist das optische Sandwich 15.1 auf Ober- und Unterseite als Verbindungsfläche das Leiterplattenmaterial der Trägerplatten 10 und 16 auf und ist daher besonders gut in den Fertigungsprozess der Leiterplatte zu integrieren.

Beim optischen Sandwich 15.2 der Fig. 3 wird über der ersten strukturierten Dünnglasschicht 11 eine zweite strukturierte Dünnglasschicht 17 angeordnet, die eine zweite optische Leitungsebene bildet und so mit wenig Platzaufwand für zusätzliche optische Verbindungen innerhalb der Leiterplatte sorgt. Auch bei der zweiten Dünnglasschicht 17 sind die Zwischenräume zweckmässigerweise durch ein Füllmaterial 18 aufgefüllt.

Beim optischen Sandwich 15.3 der Fig. 4 schliesslich ist auf den gegenüberliegenden Seiten der Trägerplatte 10 jeweils eine strukturierte Dünnglasschicht 11 und 17 mit durch Füllmaterial 14 bzw. 18 aufgefüllten Zwischenräumen vorgesehen, wodurch eine klare Trennung der Dünnglasschichten 11 und 17 erreicht wird. Es versteht sich von selbst, dass im Rahmen der Erfindung auch andere Kombinationen aus Dünnglasschichten und Trägerplatten denkbar sind.

Die fertigen optischen Sandwiches 15 bzw. 15.1 bis 15.4 können nun zusammen mit herkömmlichen, beidseitig metallisierten elektrischen Leiterplatten, in einem Stapel kombiniert und zu einer fertigen Leiterplatte für optische und elektrische Signale verbunden werden. Die mechanische Stabilität der Sandwiches ermöglicht dabei eine problemlose Integration in den Fertigungsprozess. Eine solche beispielhafte Leiterplatte 30 mit drei optischen und zwei elektrischen Leitungsebenen ist in Fig. 7 im Schnitt wiedergegeben. Die (drei) optischen Leitungsebenen OL der Leiterplatte 30 werden durch drei optische Sandwiches 15.1 gemäss Fig. 2 gebildet. Zwischen den optischen Leitungsebenen OL sind alternierend zwei elektrische Leitungsebenen EL angeordnet, die jeweils in herkömmlicher Weise aus einer dielektrischen Schicht 19 bzw. 20 bestehen, die beidseitig mit einer Metallschicht 21, 22 bzw. 23, 24 (z.B. Cu-Kaschierung) belegt ist. Alle Schichten sind miteinander verpresst bzw. verklebt. Sowohl die Dünnglasschichten der optischen Leitungsebenen OL als auch die Metallschichten der elektrischen Leitungsebenen EL sind nach den Erfordernissen der auf mittels der Leiterplatte 30 aufgebauten Schaltung strukturiert, wobei die Strukturierung der elektrischen Leitungsebenen EL auf an sich bekannte Weise (z.B. durch Ätzen der Metallschichten 21-24) ge-



schieht; eine Strukturierung der Metallschichten 21-24 ist in Fig. 7 der Einfachheit halber nicht dargestellt. Selbstverständlich können zwischen den elektrischen Leitungsebenen EL Durchkontaktierungen vorgesehen werden, wie dies aus der Technik der mehrlagigen Leiterplatten bekannt und üblich ist.

Sollen durch die optischen Leitungsebenen OL optisch aktive Elemente bzw. Chips 25, 27 untereinander oder mit optischen Eingängen oder Ausgängen, Steckverbindungen oder dgl. verbunden werden, werden zur optischen Ankopplung der auf der Ober- und/oder Unterseite der Leiterplatte 30 angeordneten Elementen 25, 27 Koppelöffnungen 26, 28 in die Leiterplatte 30 eingebracht, durch welche die in einer optischen Leitungsebene OL liegenden verdeckten Dünnglasschichten 11 bzw. optischen Leiter 13 von aussen zugänglich sind. Entsprechend lassen sich rein elektronische Chips, die auf der Leiterplatte angeordnet sind, mittels (in Fig. 7 nicht gezeigter) Durchkontaktierungen mit den elektrischen Leitungsebenen EL verbinden.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

10,16	Trägerplatte
11,17	Dünnglasschicht
12	Zwischenraum
13	optischer Leiter
14,18	Füllmaterial
15; 15.1-15.3	optisches Sandwich
19,20	dielektrische Schicht
21-24	Metallschicht (z.B. Cu)
25,27	optisch aktives Element (optischer Chip)
26,28	Koppelöffnung
29	Reflexionsschicht
30	Leiterplatte
EL	elektrische Leitungsebene
OL	optische Leitungsebene



## PATENTANSPRÜCHE

1. Leiterplatte (30) mit wenigstens einer elektrischen Leitungsebene (EL) zur Weiterleitung von elektrischen Signalen und/oder Strömen sowie wenigstens einer optischen Leitungsebene (OL) zur Weiterleitung von optischen Signalen, welche Leitungsebenen (EL, OL) innerhalb der Leiterplatte in einem Stapel übereinander angeordnet und miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Leitungsebene (OL) als leitendes Element wenigstens eine Dünnglasschicht (11, 17) umfasst.
2. Leiterplatte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Leitungsebene (OL) jeweils durch ein optisches Sandwich (15; 15.1,...,15.3) gebildet wird, welches neben der wenigstens einen Dünnglasschicht (11, 17) wenigstens eine Trägerplatte (10, 16) umfasst, die mit der wenigstens einen Dünnglasschicht (11, 17) flächig verbunden ist.
3. Leiterplatte nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Sandwich (15.1) wenigstens zwei Trägerplatten (10, 16) umfasst, zwischen denen die wenigstens eine Dünnglasschicht (11) angeordnet ist.
4. Leiterplatte nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Sandwich (15.2, 15.3) wenigstens zwei Dünnglasschichten (11, 17) umfasst, welche mit der wenigstens einen Trägerplatte (10) flächig verbunden sind.
5. Leiterplatte nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei Dünnglasschichten (11, 17) auf einer Seite der wenigstens einen Trägerplatte (10) angeordnet und miteinander flächig verbunden sind.
6. Leiterplatte nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei Dünnglasschichten (11, 17) auf gegenüberliegenden Seiten der wenigstens einen Trägerplatte (10) angeordnet sind.

7. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerplatten (10, 16) aus einem elektrisch isolierenden Material, welches als Basismaterial für die Herstellung elektrischer Leiterplatten Verwendung findet, vorzugsweise aus einem aramidverstärkten Harz, bestehen.

8. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Dünnglasschichten (11, 17) eine Dicke kleiner gleich 1,1 mm aufweisen und aus einem Borosilikatglas bestehen.

9. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Dünnglasschichten (11, 17) und die Trägerplatten (10, 16) miteinander verklebt bzw. verpresst sind.

10. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einzelne der Dünnglasschichten (11, 17) als durchgehende Schichten ausgebildet ist.

11. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einzelne der Dünnglasschichten (11, 17) derart strukturiert sind, dass innerhalb der Schicht einzelne, durch Zwischenräume (12) voneinander getrennte optische Leiter (13) entstehen.

12. Leiterplatte nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die freiliegenden Oberflächen der einzelnen optischen Leiter (13) mit einer Reflexionsschicht (29) bedeckt sind.

13. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenräume (12) zwischen den optischen Leitern (13) mit einem Füllmaterial (14, 18) aufgefüllt sind.

14. Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zur optischen Ankopplung von auf der Ober- und/oder Unterseite der Leiterplatte (30) angeordneten optisch aktiven Elementen (25, 27) Koppelöffnungen (26, 28) vorgesehen sind, durch welche die in einer optischen Leitungsebene (OL) liegende(n) verdeckte(n) Dünnglasschicht (11, 17) bzw. optischen Leiter (13) von aussen zugänglich sind.

15. Verfahren zur Herstellung einer Leiterplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Schritt wenigstens eine Dünnglasschicht (11, 17) mit wenigstens einer Trägerplatte (10, 16) ganzflächig zu einem optischen Sandwich (15; 15.1,...,15.3) verbunden wird, und dass in einem zweiten Schritt das optische Sandwich (15; 15.1,...,15.3) als optische Leitungsebene (OL) mit einer oder mehreren elektrischen Leitungsebene(n) (EL) in einer Stapelanordnung zu der Leiterplatte (30) verbunden wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Dünnglasschicht (11, 17) und die Trägerplatte (10, 16) durch Verpressen bzw. Verkleben miteinander verbunden werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 und 16, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten und dem zweiten Schritt die mit der Trägerplatte (10, 16) verbundene Dünnglasschicht (11, 17) strukturiert wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dass zum Strukturieren der Dünnglasschicht (11, 17) in vorbestimmten Bereichen die Dünnglasschicht abgetragen wird, so dass durch Zwischenräume (12) voneinander getrennte, einzelne optische Leiter (13) entstehen.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtragung der Dünnglasschicht (11, 17) mittels Laser, mechanisch oder auf chemischem Wege erfolgt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die freie Oberfläche der strukturierten Dünnglasschicht (11) mit einer Reflexionsschicht (29), vorzugsweise aus einem Metall, durch Aufdampfen, galvanische oder chemische Abscheidung beschichtet wird.

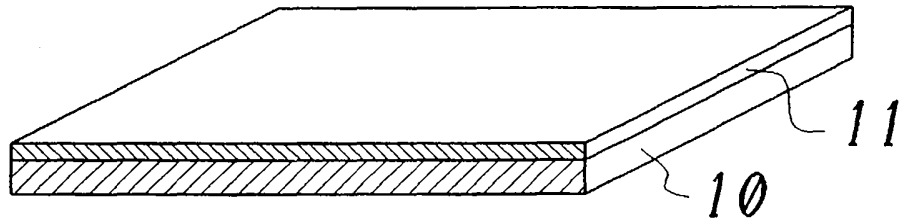
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 die 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenräume (12) der strukturierten Dünnglasschicht (11, 17) mit einem Füllmaterial (14, 18) aufgefüllt werden, welches einen Brechungsindex aufweist, der kleiner ist als der Brechungsindex des Glases der Dünnglasschicht (11, 17).

## ZUSAMMENFASSUNG

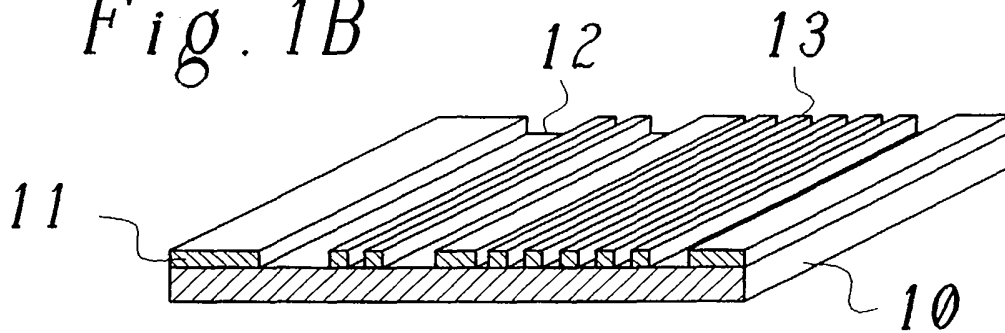
Bei einer Leiterplatte (30) mit wenigstens einer elektrischen Leitungsebene (EL) zur Weiterleitung von elektrischen Signalen und/oder Strömen sowie wenigstens einer optischen Leitungsebene (OL) zur Weiterleitung von optischen Signalen, welche Leitungsebenen (EL, OL) innerhalb der Leiterplatte (30) in einem Stapel übereinander angeordnet und miteinander verbunden sind, wird ein besonders flexibler und einfacher Aufbau bei gleichzeitig vereinfachter Herstellung dadurch erreicht, dass die optische Leitungsebene (OL) als leitendes Element wenigstens eine Dünnglasschicht (11) umfasst.

(Fig. 7)

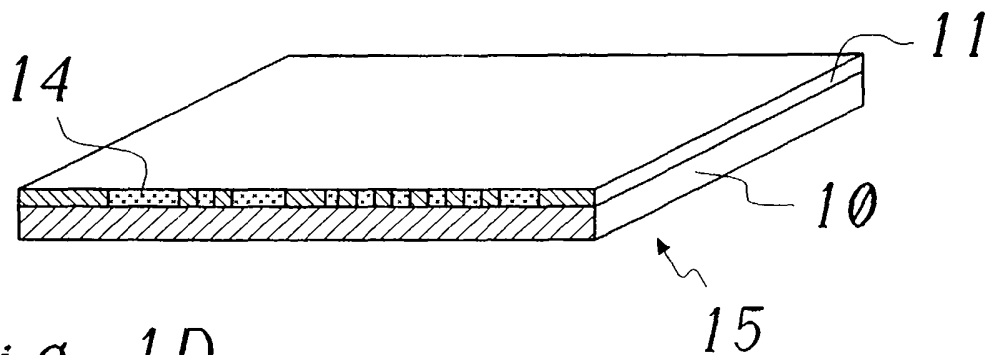
*Fig. 1A*



*Fig. 1B*



*Fig. 1C*



*Fig. 1D*

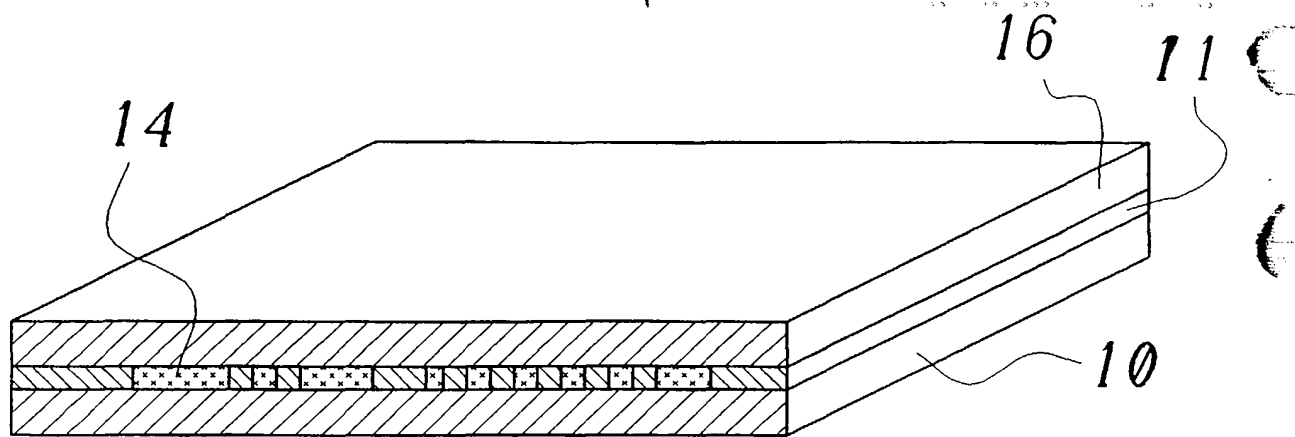


Fig. 2

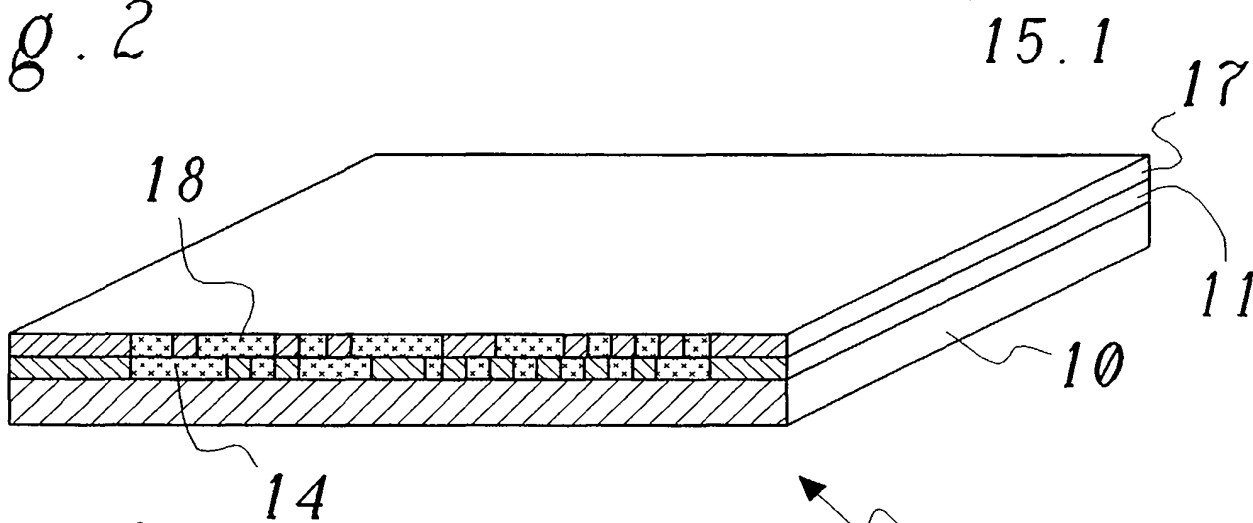


Fig. 3

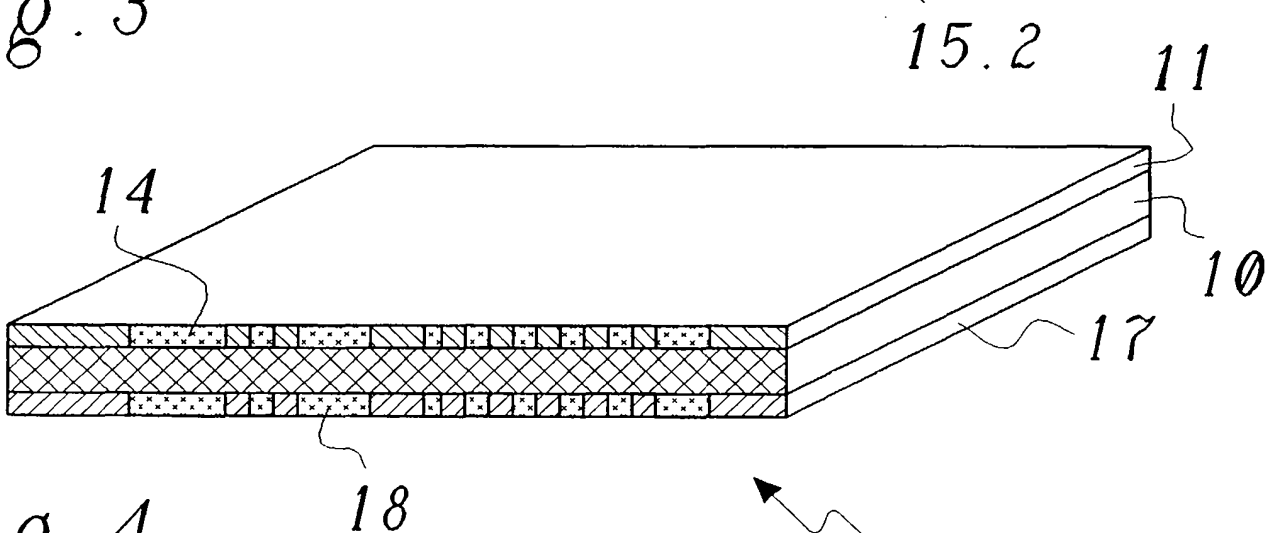


Fig. 4

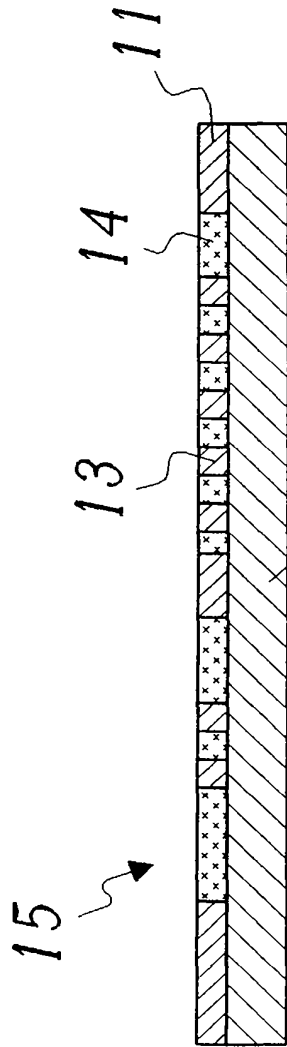


Fig. 5

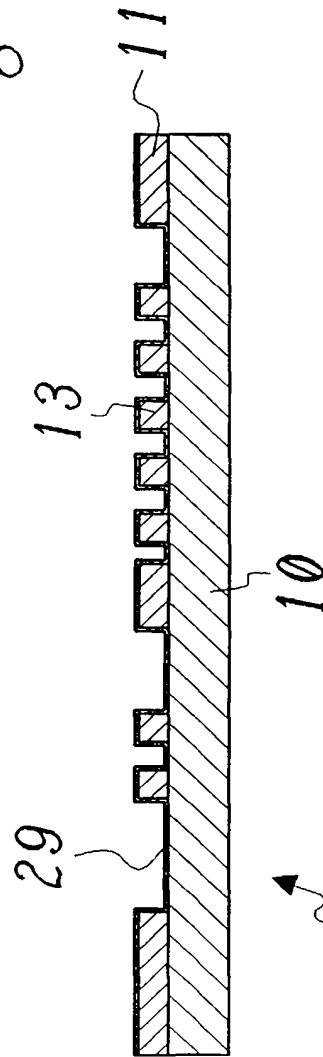


Fig. 6



